



TITLE:

<総説>発育発達と木質環境

AUTHOR(S):

山田, 正

CITATION:

山田, 正. <総説>発育発達と木質環境. 木材研究・資料 1989, 25: 1-11

ISSUE DATE:

1989-11-30

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/51473>

RIGHT:

発育発達と木質環境*

山 田 正**

Human Development and Wood-based Environment

Tadashi YAMADA

(平成元年8月1日受理)

1. はじめに

人の発達にかかわる木質環境の機能に関する研究が京都大学教育学内特別経費により実施された。その報告書(1989)の内容の目次は以下のようである。1. 木質環境の特性, 山田正(木研) 2. 人の発達と環境条件について, 坂野登(教育学部) 3. 人が発達してゆく環境と視聴覚特性, 松浦邦男, 木内隆子(工学部) 4. 子供の生活環境を形作る材料, 佐道健(農学部) 5. 木質環境の調湿性, 則元京(木研) 6. 子ども部屋と木質環境, 子安増生(教育学部) 7. 幼児の発達と木製玩具, 野村隆哉(木研)

本稿は主にこれにもとづいて発育発達と木質環境について取りまとめられたもので, 詳細は同報告書¹⁾を参照されたい。

2. 木材物性, 木質環境

人間個体を, 時間の面からみるときは, 成長発達の観点からとらえることとなる。すなわち, 出生から老化に至るまで, 人は家庭を基盤にして, 教育・労働などの諸環境の中であって発達する。これらの環境を構成する物的側面に着目するとき, その構成素材の一つに木質系のものがある。

木竹材は, その分子構造, 微細構造から巨視的構造に至るまで, 例えばホロセルロースの線状やリグニンの網状構造, ミクロフィブリルとマトリックスの織りなす繊維構造, ミクロフィブリルの螺旋構造, 細胞壁と内腔の微妙な組合わせによる多孔, 分散構造, 微視的な壁層や巨視的な春秋層, 放射組織などによる積層構造など, 人工の複合材料にみられる数多くの基本的な複合構造をあわせ有して, 界面的, 力学的, 熱的, 電磁氣的に特有の性質を示す。若干の物性値についてはこれらの構造指標の平均値にもとづく解析が試みられているが²⁾, 木材はさらに生命のダイナミズムを反映する微妙なゆらぎによって生物材料としての特異な機能を発揮しているので, その解析は材の形成や処理による物性変化とともに木材物理の課題である。

このような木竹材, あるいはそれらを加工して製造された木質諸製品などの木質資源の形質がかかわる生活環境を木質環境とよび, 本稿は, それと人との関係の特徴について考察し, 個体の発達にかかわる木質環境の機能を研究する手がかりを求めようとするものである。すなわち, その問題点は, 人間発達に木質環境の形と質とをどのように機能させればよいかということであるが, その解明は, 人文社会科学と自然科学にもとづいた総合科学の進展に負う所が多い反面, その発展にも寄与することとなるであろう³⁾。云うまでも

* 第44回木研公開講演会(平成元年5月19日, 大阪)において講演

** 木材物理部門 (Research Section of Wood Physics)

Key words: Physical Properties of wood, Wood-based environment, Human development, Awakening level

なく、個体は心身の統一体であり、心は知性と感性の側面をもつミクロコスモスを形成する。したがって、その本質は、ある面は知性によって捉えられ、ある面は感性によってアプリオリに人間の脳に刻み込まれているであろう。又我々の体は旧石器時代の環境に適応しているともいわれており、それと著しく質を異にする刺激の多い現代の環境は人体の適応の限度を超えているともいわれている。この異質な刺激を反転して人に安静状態をもたらし、或はさらにその反転に寄与する上で木質環境の果すべき役割は大きいものがあるろう。木質環境の意義をこのような視座から捉えて考察を進めよう。

3. 木質環境と動物の発達

人間の科学の内容は広く深い。かつ、長期にわたる視点が必須である。したがって、短期間に成果をうることは望むべくもない。とくに、居住空間などの外部環境が人間の発達に及ぼす影響は極めて緩徐に、しかも間接的にはたらきかける性質のものであって、年齢毎、或は発達段階毎に多くの被験者を調べ、その代表値をつないで考察を進める横断的研究方法により、実験的にその影響による変化を確めることは非常に困難である。又、一定の計画の下に、同一の個人を対象として定期的に何年かにわたって、同じ側面の測定をくり返し、年齢の発達を継続的に追跡してゆくといった人の生涯を見通す縦断的研究方法が必要となるが、その研究にも多くの困難がある。したがって、その解明は主に間接的な方法に頼らざるを得ない。医学や薬学の分野で用いられている動物実験はその1つの方法である。

佐藤らはマウスを用いて、その発達に及ぼす環境条件の影響を研究している⁴⁾。すなわち、マウスをそれぞれ市販のアルミニウム製、コンクリート製および木(スギ)製の飼育箱に入れ、床敷にコンクリート製の場合はこん包用発泡スチロール片を、アルミニウムおよび木製の場合はチップを用いて44日間飼育し、その後、マウスをそれぞれオープンフィールドに移して、マウスの歩きまわりの道すじを記録し、行動の軌跡を比較したのである。多くの場合、はじめの1分間はマウスは外縁にそって歩くが、その後、第2分目、第3分目はほぼ同じ軌跡を示して歩きまわる安定型と、軌跡が一定しない不安定型とに分けられたが、この分類には明らかにマウスの育った居住環境に基づく差が対応していたのである。すなわち、木製の環境で育ったマウスは、オープンフィールドにおける行動の持続性にすぐれ軌跡が安定しているのに対し、コンクリート製の環境で育ったマウスは持続性を欠き、不安定な気まぐれな性格を示す例が多かった。このことは、育つ環境が行動に関する性格の形成に寄与することを示唆している。

さらに、マウスを飼育する箱材料として上述の3つの材料を選び、また、床に敷くチップとして木とプラチックを選んで、その組合せで合計6つの飼育条件でマウスを三世代にわたり飼った場合、マウスの日常生活、性周期、妊娠、出産などは、何れでも変わらず進行するが、出産後のほ育成績は異なり、89出産例の中20例のは育異常がコンクリートとアルミニウムの箱でみられた。しかし、木材の箱に木の床敷のときには一例も異常は生じなかった。すなわち、木製では順調に三世代の観察が可能であるが、コンクリートやアルミニウム製では、世代の交代さえ不可能な場合がある。さらに、マウスの成長も木材の飼育箱では順調に進行するが、コンクリートでは貧弱であることを佐藤らは見出している。

又、寿命についても、水野らの研究によれば、第二世代での生後15日目の生存率は、木製飼育箱では約85%、アルミニウム製飼育箱では約41%、コンクリート製飼育箱では約7%となっている。

4. 環境の刺激作用

住環境は心理学の図地関係の地の基底部分となるが、上述の実験例から推して多少なりとも住環境は人にも刺激を与え、長期にわたり人に影響しつづけると考えられよう。すなわち、環境の変化は大脳皮質を刺激して興奮させ、覚醒させるのである。したがって、その目覚めの高さ、すなわち、覚醒水準は生体が環境に対する反応への準備状態の目安として大脳の興奮状態を示すものであって、それは例えば皮膚電位水準によって実測される⁵⁾。さて、環境の刺激をうけたときの人間システムの特徴として、適応性、恒常性、興奮性並びにその抑制性、同調性、拮抗性などがあげられている。刺激が適度るとき人は快適と感じ、過大な刺激

や過小な刺激を不快と感じて対応する。それは、又、感情の量だけではなく、performanceの量の大小にも結びつくものであって、例えば、競技に臨んで極度の緊張状態（高い覚醒水準状態）におかれたり、弛緩して油断し（低い覚醒水準状態）失敗する例はよく経験するところである。何れにしても、刺激が人の適応能力を超えると破壊を生ずる。気温が高すぎても低くすぎても人は生命を保つことが出来ないように、過度の刺激による破壊例はよく見るところである。無刺激の場合はどうかを見よう。

健康な男子学生が、まわりの模様がみえず、白色雑音以外何も聞えず、手による接触も制限された状態にしておく。しかし、それ以外の衣食などの生活は極度に安楽を楽しめるようにしておいても、2週間たつと行動意欲を著しく無くして無気力状態になり、心の安静状態を示す脳波の α 領域の頻度が減少する。その後、普通の生活状態に戻してから一週間たつても、脳波の記録は異常なままで無気力状態が続くという感覚遮断の実験がある。近年の職場では単調な作業が増えて来ており、多少ともこれに似た環境が見られる。以上のことから人には最適の覚醒水準があり、その状態にあるとき、人は最も快適と感じ、作業効率も最もよいことが分る。集中的な行動にとってはこのように高めの覚醒水準状態が望ましいとされているが、自由で創造的な思考にとっては、最適の覚醒水準よりもやや、低めの状態が望ましいとされている。特に、幼児にとって好奇心のもとになる定位反応が最も活発になるのはこのような状態であるといわれている。

環境に対する反応の仕方は人により異なる。人のパーソナリティにもとづくのである。パーソナリティは覚醒水準の高さとその抑制の問題に帰せられるところが多い。パーソナリティを記述する主要次元の一つに内向性—外向性がある。内向性とは高い感受性（低い刺激作用ではたらく）、低い最適水準、乏しい耐性によって、又、逆に外向性は鈍い感受性、高い最適水準、大きな耐性によって特徴づけられるものである。しかし、我々の日常生活を顧みると、そのときどきの状況によって、同じような刺激に対しても応答を異にする場合が多く、性格というものとは固定的ではないことに気付く。状況によって内向的状态になったり、外向的状态になったりするのである。実際に性格検査を行うと、純粋に1つのタイプという例は稀であるともいわれている。むしろ、このように変化し、反転する所に人の行動の健全さが保証されと考えられる。この反転がどのように起るか。その原型を動物実験で探してみよう。

Harlowによる有名な代理母ザルの実験がある。幼児と母親との関係を調べるために赤毛ザルの子を使ってなされた実験である。布製のものと針金のみで形造られたものとの二種類の人工母ザルに子ザルを育てさせて子ザルの行動を観察するのであるが、布製の母ザルは暖かく柔い皮膚感覚のみを与え、一方の針金の母ザルの首にはミルクビンを下げて栄養のみを与えるようにすると、前者は快い安心感、後者は不安感を抱かせることとなるであろう。子ザルは、身の不安を感じると布製の母親にしがみついて安全を確かめた後に、布製の母親を基地にして後足でしがみつきのまま、針金の母ザルのミルクビンから前足でミルクを飲むのである。すなわち、先ず安らぎを求め、それを確かめると探究を始める。そこに不安を感じると再び安らぎを求めるというパターンがみられるのである。

坂野は住環境が人の精神活動に与える作用のなかでもっとも基本的なものは、人の感情状態についてのものであると考えて、居住空間が人に及ぼす作用を刺激作用として単純化し、刺激作用に対して行う人の反応と、それによってもたらされる感情の質や量の変化を、パーソナリティの特徴の変化を媒介とし、反転機構と結びつけて図1のように考察した。図にはパーソナリティ特性として、内向性—外向性の次元が示されている。この反転機構全体についての説明によると、図で安静①の状態は、周りの世界から退いた状態であり、快適な気分の状態である。しかし、それはやがては心的な飽和を生み出し、その状態に飽きて感情は下降し、不快な感情状態に反転する（②の飽きの状態）。この不快な飽き状態から脱するためには、この環境のなかで新しい刺激を求めるか、あるいは外に出て刺激作用を求めることによって覚醒度を高め、興奮という快の状態に達しようとする（③）。この飽きから興奮へ至る状態が外向的状态であり、また外向性というパーソナリティ特性がもっとも取り易い状態である。しかし、ここでの興奮状態は、活動すること、その経験や感覚それ自体に向けられていて、本来的にある外的な目標の達成に指向されているものではない。この

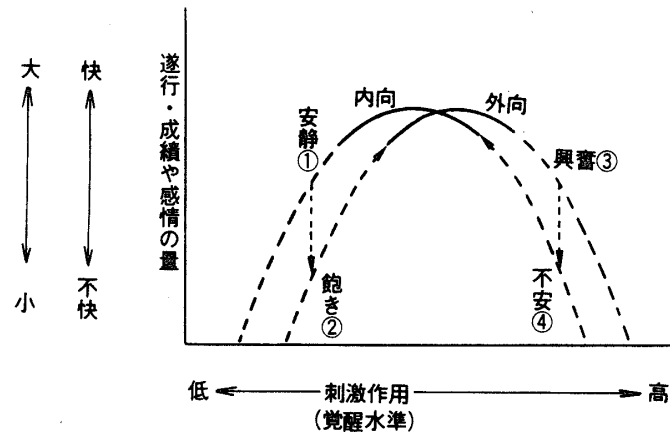


図1 内向性・外向性と反転説の関係 (坂野)

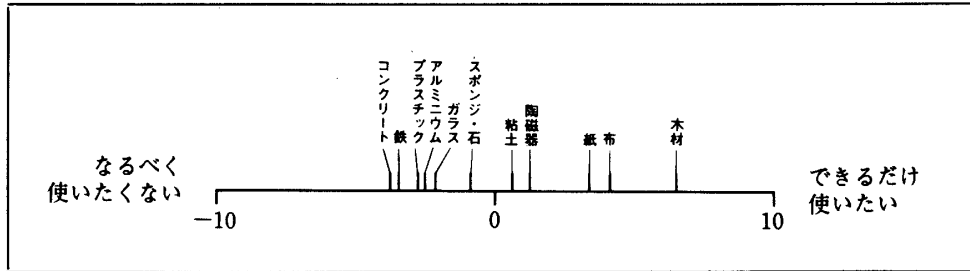
ような状態はいわば目標のない興奮作用であったので、そこでは対象を見失いがちである。従ってそれが長く続くと生体には不安が生じてくることになる (③から④への反転)。不安を下げるためには不安と結びついた外的刺激作用を低下させようとする。不安④から安静①へ至る状態がいわゆる内向的状态であり、内向的パーソナリティがもっとも取り易い状態である。反転を通してこのような精神状態の循環は、一方では人々の多様な精神活動を保証するものであると共に、また精神的健康を支えているものと考えることができ、これらの反転の何れかの失敗が登校拒否となり、或は非行に走ることになると考えられるのである。ここで居住環境によってもたらされる理想的な感情状態は、安静状態および反転を通して飽和へと至り、新しい刺激を探索し始めるという刺激作用の比較的小さい図1の左側の状態 (図では①と②の近傍の状態) に位置しているものとする。つまり、ゆったりとくつろげ、気分的に安定してはいるが、その状態にいつまでも浸りきっているのではなく、やがては飽きの状態へと反転し、新しい変化を目指して外界を積極的に探索するような状態ということになって、必ずしも最適の覚醒水準の状態—最も快適な状態とはならないのである。

5. 子供の生活環境材料の質感

一方、幼年期の子供の発達に関心の深い人々の子供の生活環境材料に関するイメージの調査が松浦、佐道により試みられた。その結果から、家具、学習机、おもちゃとして木質系のものを子供に与えようという希望は非常に強く、又、保育園のホールや学校教室の床材料として大多数は木を望んでおり、子供が成長する物理空間を木質環境とする親の欲求の強いことが明らかにされた。すなわち、親からみた子供の生活環境を形造る材料に対するイメージは佐道によれば次表のように解析され

イメージ (材質感)
「できるだけ使いたい」 なごやかな、安心な、親近感がある、快適な、健康的な、伝統的な 肌触りがよい、優しい、温かい、安全な、自然な 創造性がある、清潔な、手軽な
「なるべく使いたくない」 不快な 疎外感がある、近代的な、人工的な、冷たい、扱い難い、硬い、重々しい、不安な、重い

イメージ得点は次図のように木材が高い。



なお、これら12種の材料について、佐道は次のように分析している。『使いたい』材料としては木材、布、紙が挙げられ『できるだけ使いたい』と正の相関が高いイメージをもつ材料にはこれらの3材料がしばしば高得点で登場する。一方、『使いたくない』材料としてコンクリート、鉄、プラスチック、アルミニウムが挙げられ、これらの材料は『なるべく使いたくない』と相関が高いイメージで高得点で登場する。ただ、プラスチックは『手軽な』材料としての評価がある。

陶磁器、粘土、石、スポンジ、ガラスは中間に位置している。粘土は『創造性がある』、『親近感がある』材料、石が『自然な』、『伝統的な』材料として評価されている。ガラスは『清潔な』材料であるが、同時に『不安な』、『危険な』材料として、スポンジが『安全な』反面『不潔な』材料として認識されている。陶磁器は『高級な』、『豪華な』イメージをもつ材料であるが、これが『使いたい』という意欲をそそるものではないようである。

又、松浦の調査によると床材料としての木材の特徴は、例えば「感触（足触り）」について長所は自然で、ぬくもりがある。素足になじみ、暖かく優しく心地よい弾力がある。サラッとして気持ちよく滑りにくく、つるつるしていて、べたべたしない。自然の材質だから一番よく、又、普段木に触れることがないのでよい。安心で、夏涼しく、冬床暖房をすれば快適である。一方短所は冬冷たく、古くなるとささくれ立ってきてトゲがささる。「振動・音の響き」について長所は適当、余りしない、心地よい響き、ほどよい振動、金属音に比べ穏やか、強く振動せず、響かず自然、音や振動を吸収する、やわらかい、少し大きいが自然、弾力がある、残響があってよい（楽器を使うから）、素足から音を感じることができる、気にならない。一方短所としては、響きすぎる、振動しやすい、こたえる、薄い板や施工法が悪いと駄目、鈍い低音がある、古くなるとぎしぎし鳴る、音がうるさい。「見た目・色合い」の長所は自然、落ち着いた雰囲気、やわらかい、暖か味がある、清潔感がある、木目が良い、新しくても古くても美しい、色の違いが面白い、床には余り目立たなくて良い、身近な感じ、自然で無理がない、短所は色合いが乏しい、地味、明るい刺激がない、部屋全体が暗く見える、古くなると少し汚い、最初はよいが塗装が剥がれると汚れが目立つ、何年かに一度はニス塗りなどが必要。「健康面・安全性」の長所はダニの心配がない、ほこりが立たない、適度なクッションがある、ショックが少ない、多少転んでも大丈夫、素足だと滑らない、滑らないワックスを選べば安全、足触りが良い、べとつかない、吸湿性がある、素足で動けるから良い、床暖房が出来、安全でのびのび過ごせる、キュッキュという刺激が良い、気持ちが引き締まる、冷たすぎない、自然の木なら良い、自然との付き合いが出来、安全で優れている。短所としては、滑りやすい、磨かないと足の裏をケガするし、ピカピカすぎると滑り危ない、ささくれたり、板がめくると危ない、滑りにくいクッション性がない、クッションがなく、ぶつけると危ない、冬は床暖房がないと足が冷たいなどとなっている。

又、こども部屋について子安により、玩具について野村の考察があり、人工の素材による環境や、人間に情緒の核が作られる過程における環境の影響が指摘されている。

6. 質感と物性

前節でのべられたように『なごやか』『安心感』『親近感がある』『快適な』などという出来るだけ使いた

い材質感の得点を木材が最高点で占めていることは、図1の安静状態をもたらす上で木質環境が優れていることを示すものと考えられるが、このような心理的行動を起こす木質環境の質感（感覚特性）として体性感覚特性、視覚特性、聴覚特性などをあげることが出来る。一般に、最終的に人が環境に対して行動を決定するときの、いわば総合的な評価は、こうした感覚特性が誘因となり、人が内に抱いている嗜好特性が動因となつてなされるものである。嗜好特性は環境に対する経済的な要望、生理的条件、文化的背景などにより定まる。

今、A：総合評価特性、W：動因あるいは嗜好特性、R：誘因あるいは感覚特性、S：感覚パラメータ、P：物理化学的特性

とするとき、以上述べた所は次のように表式化できるであろう。

$$A = f(W, R) \quad (1)$$

$$R = g(S), S = h(P) \quad (2)$$

6-1 触覚特性

人と材料との距離が近い場合には材質感に触覚特性が寄与する。岡島は材料に対する基本的触感覚パラメータは温冷感、硬軟感及び粗滑感であるとして、それぞれの心理量 W, H, R, に対する直交座標であらわされる三次元空間 (WHR 空間) におけるクラスター分析を、無機系有機系材料を含む40種の建築材料について行った結果、木質系は H, R とともに中間、Wはやや温という特性をもち、触り心地がよく、乾いた感じがして感触がよく、足が冷えず、適度の柔らかさをもち、べとつかない特性をもつことを明らかにした。一般に人々は硬くて粗く冷たい材料には無意識に接触を警戒するが、上述のように此れとは逆の特性を示す木質系材料は心の安静状態を保つ空間を形造るのに適していることがわかる。

これらの感覚パラメータと物理化学的性質との関係については、それぞれ

温冷感の心理量—熱移動量の対数

硬軟感の心理量—弾性変形の対数

粗滑感の心理量—摩擦係数の対数

の間により直線関係が見出されており、又、熱伝導率と弾性係数との間にも規則性が見出されている。ただし、木材の粗滑感と物理量との間には必ずしも上記の関係が見出されないという佐道による報告もある。

6-2 深部感覚特性

人の発達に関して間接的ではあるが怪我などの障害が問題となる。特に小中学生にとっては、運動そのものが発育発達の刺激となるので、例えば体育館における障害の発生は避けなければならない。

中学校の体育館の床について、障害発生率と床の弾索性、緩衝作用との関係が調べられている。それによると塗床のかたい床でも、又、軟らかすぎる床でも怪我が多く、木のしなりを利用して設計された適度のかたさの床では生徒の怪我は非常に少ない（小野）。関節、腱、筋などと床の運動との同期が考えられて、前述の複合構造が反映する木材のレオロジー特性が寄与するのである。

又、床の種類による歩行疲労をみると、例えば30分間の継続歩行前後の心拍数の増加率 (HRI, %), 心拍間隔変動の縮小率 (SAR, %) 及びフリッカー値の減少値 (CFF, %) は次のように報告されていて、比較的木質床は疲労が少ない（川村）。歩行疲労の主な原因として、床のすべりがあげられている。特に床

表1 歩行疲労試験（川村）

試験項目	カーペット	木 材	塩 ビ	コンクリート
HRI	1.9	2.5	2.9	4.6
SAR	-4.9	6.4	5.5	7.3
CFF	2.7	2.4	1.3	3.3

の結露によるすべりが障害事故の原因となる例はよくみるところである。ビニール床や木材でもポリウレタン等で表面塗装したものでは結露が多いが、木材の床では吸湿性のため結露しにくくて安全である（大迫）。

6—3 聴覚特性

吸音性に乏しい非木質建材の環境と異なり、木質系は比較的吸音率が大きく柔かな音環境を形造る。一般に室内音環境の評価法には次のようなものがある。

表2 音 環 境 評 価 法

LL	等ラウドネス曲線	定常音を対象			ISO
PNL	等ノイジネス曲線	〃			ISO/R507
Lx	聴覚補正回路 A特性	統計量		環境騒音 一般	JIS Z 8731
Leq	〃	エネルギー平均		〃	ISO 1966
Lr	〃	〃	衝撃性、純音成分、時間	〃	ISO/R1996
D					
AI	バンド幅による補正				会話妨害
SIL	3バンド（600～1200, 1200～2400, 2400～4800）を用いる	3バンドのレベルの算術平均			〃
NC	NC 曲線	最大値		室内騒音	
NR	NR 曲線	〃	スペクトル、ピークファクタ、くり返し、慣れ、時間季節、地域差	聴力保護、会話妨害、うるささ	ISO/R1996 Appendix

さらに、室内騒音を柔らかに快よい音質の、バランスのよいスペクトル状態とするための評価尺度として RC 曲線が提案されており、木質材料による調節技術の開発が期待される。

木材の代替材料の開発が著しい今日においても、代替しえない木材の材質は、楽器響板用材のそれであろう。例えば金属板に振動をあたえたとき、音圧スペクトルのエンベロープは低周波より高周波域に向かって盛り上がり、数 KHz の辺りでピークがあらわれる。木材の場合には、高い周波数になるほど音圧がなだらかに低下して金属とは逆の傾向が見られる（時田、矢野ら）。音の高さ、すなわち周波数と、我々の耳で同じ大きさに聞える音圧との関係を示す等感度曲線（LL）は、大体、周波数 4KHz 前後の高さで最小値を示す。すなわち、それより周波数が低くなるにつれて、大きなエネルギーにしないとよく聞えなくなるという人の生理的機能の特性がある。上例のように、金属に比べ木材はこの傾向に近い。これは室内の音環境の指標となっている RC 曲線などと同じ傾向を示すものである。木材が響板に用いられるのは倍音構造が豊かで、人間の耳が敏感に感じとる周波数帯の音のエネルギーを適度に吸収するフィルター効果のためである。このように、木材の特性と人間システムの同期が考えられるが、これは木材が不均一（多孔）異方性構造により、軽くてヤング率が高く、特に伸縮変形に比しせん断変形が著しく起りやすく、又対数減衰率の値が適度であることなどによる。例えばヤング率と剛性率の比は楽器用木材では金属の10倍近くに達する。木材のこのような特性は、安静状態を保つ上でも、又、反転をはかるための機器への応用をはかる上でも重

要と考えらる。

なお、上表の明瞭度 (AI) には仕上材料の弾性や最適平均吸音率の寄与が指摘されている (松浦)。一方、外部からの空気伝搬音を防ぐには周壁の遮音力を確保する必要がある。木材や木質材料及びそれらの二重壁構造などについて吸音率や透過損失の報告は多い⁶⁾。透過損失の計算には質量則が用いられるが、木質材料では必ずしも質量則に適合しない。その修正に用いられる内部抵抗の意義が考察され、板の振巾の外に、それは材の弾性係数や内部摩擦に依存することが推定されている (鈴木)。木造住宅の場合、或は RC 造の木質床の場合、床衝撃音が最近特に問題になってきており、このような固体伝搬音の測定や構法などによる対策も試みられている (高橋)。

6-4 視覚特性

心理学的な評価法のひとつである SD 法は、ことばの各個人に与える心理的な意味を分析し研究する手段である。例えば、応接室のカラープリント 50 例からその空間や家具について、材質、形、配色と心理的諸因子との関連がこの方法で調べられた結果によると、配色の相関度が最も高いことがうかがえるが、材質感も大きな相関をもつ (江島ら)。増田も室内写真のイメージ評価アンケートを行い、写真の木材部分の面積率である木材率を定め、いくつかのイメージと木材率との関係を分析した。その結果は、『なごんだ』『あたたかい』イメージは木材量そのものではなく、平均的な色相が木材に近いことと相関が大きいことを見出している。これは人と対象との距離が大きくなると、色調が主にイメージに影響してくるためであろう。被験者が室内にいる場合の調査が望まれる。

眼精疲労の要因は次のようであるが、木材は金属や大理石に比し眼に有害な光線である紫外線をよく吸収

表 3 眼精疲労の要因 (鈴木)

I 物理的要素
1) 光刺激要素
a. 紫外線、近紫外線などの有害光線
b. 光のちらつき、強光などの照明性質
c. 色彩および波長
d. 動刺激
e. 一般的照明条件の不良
2) 機械的刺激要素
風、塵芥など
3) 温度、気象的刺激要素
4) 音刺激要素
5) 無刺激要素
II 化学的要素

し、長波長の光を多く反射するので暖かい感じとなる。その反射率は非常に小さい (増田) ことや、また、材料の仕上面の輝度分布を比較すると、木質系材料の眩輝対比が著しく小さいことは眼疲労の軽減に大きな影響をもつ (鈴木)。仕上面のこのような見え方は表皮反射と層内反射とによって形づくられるが、偏光によるその分離が試みられ (松浦)、表 4 にみられるように各種仕上材料について分類されている (松浦)。

木材の色は表面に近い内部層の微細粒子状物質 (主に抽出成分) による反射によって生じ、これを三属性により表示すると、日本産主要木材 50 樹種の材鑑 (日本木材加工技術協会) については 6.4 YR ~ 1.6 Y 4.2 ~ 7.6 / 2.9 ~ 6.6 と報告されていて (相川ら) 暖色が主体となる。材料の心理的イメージとの関連をみると、明度は明るさ、純粋さ、軽さなどのイメージ因子と相関が大きく、また彩度は、感じのよさ、豪華さ、上品さなどの因子との相関などが指摘されている (増田)。さらに他材料との木材の調和について壁面の配

表4 反射指向性の分類（松浦）

		表 皮 反 射				
		I. 正反射	II. 準正反射	III. 半拡散反射	IV. 完全拡散反射	V. な し (層内反射に比べて小さい)
層 内 反 射	I. 正 反 射	—	—	—	—	—
	II. 準 正 反 射	—	—	—	—	—
	III. 半 拡 散 反 射	—	ヒノキ(素材) ρ_{\parallel} キ リ(素材) ρ_{\parallel} ス ギ(素材) ρ_{\parallel} チーク(塗装なし) たたみ ρ_{\perp}	クロス	—	—
	IV. 完全拡散反射	大 理 石 (滑面)	プリント合板 (米 松) プリント合板 (ケヤキ) P タイル	ヒノキ(素材) ρ_{\perp} キ リ(素材) ρ_{\perp} ス ギ(素材) ρ_{\perp} 花崗岩(粗面)	—	インシュレー ションボード 標準白色板 (硫酸バリウ ム)
	V. な し (表皮反射に比 べて小さい)	—	チーク(塗装あり)	—	—	—

ρ_{\parallel} は木目と平行方向, ρ_{\perp} は木目と垂直方向

色の観点から調査が行われ, 木材の光反射異方性にもとづく特有の光沢とその活用や節の模様の活かし方について考察されている(増田)。

木材は熱帯材を除けば, 年輪が明らかなものが多く, したがって材面には色の濃淡が木目模様としてあらわれ, 生命現象のダイナミズムを反映している。木目模様についてはパターンマッチングの容易さに関する物理量を求めて心理量との相関が検討されている(増田)が, 種々の縦縞のパターンの心理効果が測定された結果は, $1/f$ ゆらぎを示す縦縞のイメージが自然で快よいとされている(岡島)。

一方, 木目模様と人の生理機能との関係についての考察もなされている(武者)。人の生理機能の一例として心拍についてみると, その時間間隔は精密に計ると僅かではあるが長短があり, 時間の経過とともにそのプロットは波形を描く。これをフーリエ解析して, 周波数の対数の増加につれて振巾のパワーがほぼ比例的に減少する, いわゆる, $1/f$ ゆらぎが見出されている。又, 脳波の α 波の変動成分のゆらぎは心身共に快適な状態下では広い周波数域にわたって $1/f$ ゆらぎを示すが, 不快な状態におかれると $1/f$ ゆらぎの傾向が著しく減少する。人の生理現象, 知覚現象にはこのようなゆらぎが存在し, 人が心地良い安らぎを感じるリズムは $1/f$ ゆらぎを持つリズムであるといわれている。

木材の木目模様における濃淡の空間的分布についてスペクトル構造を調べると大体 $1/f$ ゆらぎを示す(佐道)。特に通直材の板目面では $1/f$ ゆらぎを示す(山田)が, ロータリーで剥かれた単板では水平な白色ノイズがふえている。柾目面についても未成熟材部に近い所では白色ノイズが多くあらわれるが, 外周部の整った柾目面では人の視覚に訴えやすい長周期側で $1/f$ ゆらぎを示す。このように木取方によって, 精神状態の種々の相に対応したようなパターンがみられて, 人の生物学的機能との間の同期が考えられる。さらに人の生理機能の時間的空間的変動を考慮するならば, 微妙に差を生じ決して同一とならない木理の自然の造型が人間システム—特に反転機能に重要な意義をもつこととなろう。

6—5 空気環境

脳の覚醒状態に関与する環境因子に室内気候があげられる。その主要な因子は、気温、湿度、風速、放射などであり、これらを総合化して感覚温度や作用温度がとりあげられている。気温は人の外層温度に大きく関連し、室温を20数度の至適温度に保って外界に比し著しい変動をおこさないためには、床、天井、とくに壁体が適当な断熱性と熱容量をもつ必要がある。この総合効果は断熱性にすぐれているグラスウールなどよりも、又熱容量ですぐれているコンクリートなどよりも厚い木材壁が非常にすぐれていることが理論づけられている（東）。快適感には気温の外に壁体放射の影響が大きい。特に9マイクロメートルを中心とした波長域の赤外線は、人にいわゆる“ひなたぼっこ”の快さを感じさせる。これは室温付近の黒体放射に多くみられるものであるが、木材の放射率は黒体のそれに近い。

一方、湿度に対する人間の感覚は温度に対するそれと比べて鈍いといわれているが、しかし、健康に湿度の影響は大きいし、また、物の保存などの観点から室内が適当な湿度に保たれていることは重要である。特に空中の浮遊菌の生存期間は室内湿度の影響を受け、相対湿度50%のあたりで菌は最も生存しにくい。室内湿度の変動は基本的には室内水蒸気発生による場合と室温変動による場合とがある。何れにしても、内装などとして室内に木材を多く用いた場合、密閉室内はこれに適した相対湿度に保たれる（則元ら）。これは、木材の吸放湿性にもとづくものである。

室内蒸気発生による場合の木材の調湿能は、種々の材料で内装した容器内の吸脱湿くり返し実験で定まる指標X値を用い、室温変動による場合には相対湿度の対数と温度の関係図の勾配B値を指標に用いる。諸材料の調湿性能を評価すると表5のようになり、厚さをもった木質系材料は調湿性にすぐれている。さらにこの数値を用いて室内の調湿設計が試みられている。すなわち、B値が0のとき完全に調湿され、ほぼ、-0.0245のと完全無調湿となるが、木造校舎の湿度変動の観測例が解析され、夏期ではB値が-0.011、冬期-0.0076となり、湿度調節が比較的良好に行われていることが明らかにされている。

表5 材料の調湿性能の評価

$\begin{matrix} B \\ X \end{matrix}$	I	II	III	IV
I	インシュレーション ボード シーリングボード	パーティクルボード		
II-1	珪酸カルシウム板 ハードボード 合板 (5 mm) つき板合板	石膏ボード カツラ材 (板目) 合板 (13.0 mm) アスベスト板	アミノアルキッド 樹脂 塗装合板	
II-2				プリント合板 メラミン化粧合板 アスベスト板A
III	モルタル	ロックウール	フェノールメラミン 樹脂板 カーペット	ゴム
IV	ローズウッド (0.3 mm)	カーテン布地 (0.6 mm)	ビニルタイル	ガラス アクリル樹脂板 樹脂ガラス スチール

I. 優れている II. やゝ優れている III. やゝ劣る IV. 劣る

嗅覚特性については、木の香の成分の動物の肝臓酵素活性に及ぼす影響が確かめられている。一方、建材からの放出成分による空気汚染は、コンクリートからの放射線など⁷⁾とともに注意しなければならない。

7. む す び

以上、人の発達に木質環境の形と質とをどのように機能させればよいか、その基礎的な理念を考察してきた。

快適な状態を人の最適覚醒水準に対応させるなら、住環境の快適性を追求することは、生活機能の低下している高齢者や病人を除き、発育発達過程にある人間個体にとって必ずしも望ましいこととは云えない。特に創造性が重視されるこの時期の環境は、やや低めの覚醒状態である安静状態と、それにつづく反転機構を支えるようなものであることが望ましいこととなる。強いて例えるならば、ゆったりとくつろげて、気分は安らぐが均質な空間ではなく、興奮性は低いけれども空間が多様性にとみ、粗密があってかすかにゆらぎが感じとれる質感というようなものであろうか。具体的にはそれも人の性格により異なるであろう。そこに素材の1つとして、複雑な構造と生命のダイナミズムを反映する物性を示す木質系のものが用いられた生活環境の特性が生き生きと機能してくることが考えられる。表層の現象について、抽象的普遍性、客観性を尊重する近代科学の知で評価すれば欠点の多い木材ではあるが、人と対象との深層における交流を重視する環境の視座から知の選択肢をとるならばその評価は自ら異なってくる。

わが国の経済活動における多量の木材消費のあり方、或は、いわゆる高性能付与を目指す木材の加工が他材料の垂流のものの製造となりかねないことなど、木材の有効利用をはかる施策に関連して、木質環境の観点からは心すべき点が多いように思われる。

参 考 文 献

- 1) 山田 正編, 人の発達にかかわる木質環境の機能に関する研究 (1989)
- 2) 例えば 山田 正編, 木材物性における複合理論の研究 (1979)
- 3) 例えば 穂山貞登, 質感の行動科学, 彰国社 (1988)
- 4) 佐藤, 竹村: 鈴木正治編, 木質居住環境の基本設計に関する研究 (1988)
- 5) 新美, 鈴木編, 皮膚電気活動, 星和書店 (1986)
- 6) 日本建築学会, 建物の遮音設計資料, 技報堂 (1988)
- 7) Standardization News, No. 12, 34 (1988)